Aus der Chirurgiſchen Univerſitätsklinik zu Roſtock
(Direktor: Profeſſor Dr. Wilhelm v. Gaza)

Darſtellbarkeit der Articulatio sacro-iliaca im Röntgenbild

Diſſertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Mediziniſchen Fakultät der Univerſität zu Roſtock

Vorgelegt von
Karl Braſch
aus Schwerin (Meckl)

Roſtock 1935

Referent: Prof. Dr. **Hermann Meyer-Burgdorff.**

Korreferent: Prof. Dr. **Wilhelm von Gaza.**

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Satz und Druck: W. Sandmeyer, Schwerin (Meckl)

Inhalt.

Seite

Einleitung 5
Entwicklungsgeschichte 5
Anatomie der Kreuzbein-Darmbeingegend 6
Anatomie der Kreuzbein-Darmbeinfuge 6
Gestaltsveränderung durch Altersentwicklung und geschlechtliche Differenzierung 8
Messungen am Becken 9
Funktionen des Beckens und der Gelenkflächen 10
Pathologie 10
Röntgenbild. Prinzip der zwei Ebenen 13
Geschichtliches 13
Kritik am Bestehenden 14
Vorschläge zur Vereinfachung der Aufnahmetechnik 15
I. Ventro-dorsale Aufnahme mit dorso-ventraler Ergänzungsaufnahme 16
II. Profilaufnahme 16
III. Aufrißaufnahme 17
Zur Beurteilung der Röntgenbilder 17
Zusammenfassung 18

Schrifttum.

Balandin: Tageblatt der deutschen Naturforscher-Versammlung. Rostock 1871. S. 117.

Bardeen: A study on the development of the human skeleton. Americ. Journ. of Anatom. 1905. Band 4.

Barsony und Schulhof: Die Aufnahmetechnik zur Darstellung des lumbo-sakro-iliakalen Gebietes im Röntgenbild. Röntgenpraxis III S. 313 und IV S. 293 und 594.

Braus: Anatomie des Menschen I. Bewegungsapparat. 1929. S. 456.

Fick: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Band I. 1904, S. 289, und Band II, 1911, S. 443.

Großmann: Tomographie I. Fortschritt der Röntgenstrahlen. Band 51, 1934.

Happel: Das Sakroiliakalgelenk im Röntgenbild. Zentralorgan der Chirurgie. 1923. Band 19, S. 261.

Hofer: Der sulcus paraglenoidalis ossis ilei et ossis sacri im Röntgenbild. Fortschritt der Röntgenstrahlen. Band 39. 1929. S. 1085.

Kienböck: Über die trophostatische Osteoarthrose des Sakroiliakalgelenkes. Zentralblatt für orthopädische Chirurgie. 1930. Band 52, S. 614.

Klein: Zur Mechanik des Ileosakralgelenks. Zeitschrift für Gynäkologie und Geburtshilfe. 1891. Band 21, S. 74.

Köhler: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild. 1928. S. 255.

Luschka: Zitiert nach Putschar.

Loeschke: Zitiert nach Putschar.

Matti: Knochenbrüche und ihre Behandlung. 1922. Band II, S. 321.

Meyer-Burgdorff: Untersuchungen über das Wirbelgleiten. 1931.

Orator: Dauerergebnisse bei Beckenfrakturen. Archiv für klinische Chirurgie. 1923. Band 124, S. 387.

O'Reilly: Das Röntgenbild der Lendenwirbel-Kreuzbeingegend. Zentralorgan der Chirurgie. 1922. Band 17, S. 410.

Popovic: Über das Sakroiliakalgelenk. Zentralblatt für orthopädische Chirurgie. 1933. Band 59, S. 14.

Putschar: Entwicklung, Wachstum und Pathologie der Beckenverbindungen des Menschen. Jena 1931. S. 141 und folgende.

Rosenberg: Bemerkungen über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen. Morphol. Jahrbuch. 1907. Band 36, H. 4.

Samuel: Über Ausbau und Bedeutung einer röntgenologischen Darstellung der Beckengelenke. Röntgenpraxis I. 1929. S. 944.

Saschin: Kritische Analyse der Anatomie und der pathologischen Veränderungen der Kreuzbein-Darmbeingelenke. J. bone surg. 1930. Band 12, S. 891.

Walcher: Die Conjugata eines engen Beckens ist keine konstante Größe. Zentralblatt für Gynäkologie. 1889. S. 892.

Zöllner: Untersuchungen über die Erscheinungsformen der Arthritis deformans in den Sakroiliakalgelenken. Virchow-Archiv. 1930. 277, S. 817.

Einleitung.

Die Erkennung der Krankheiten unter Benutzung der Hilfswissenschaften, wie Laboratoriumstechnik, Röntgenologie und andere, hat durch die Entwicklung der Röntgendiagnostik im letzten Jahrzehnt einen gewaltigen Aufschwung genommen.

Am Skelettsystem spielt die Röntgendurchleuchtung nur eine untergeordnete Rolle im Gegensatz zur Röntgenaufnahme. Dies hängt davon ab, wie weit es möglich ist, im Bild auf Grund der Kontraste die Abgrenzung der Einzelteile und ihre Unterscheidung von krankhaften Veränderungen vorzunehmen. Dem Untersuchenden, der wenig geübt ist, treten auf den ersten Blick nur geringe Schwierigkeiten entgegen, zumal es angängig ist, unter heutigen technischen Möglichkeiten eine einzige Aufnahme vom ganzen Skelett zu machen. Gerade in der Röntgenologie des Skelettsystems finden wir Gebiete, die trotz eifrigen Bemühens einer verfeinerten Diagnose ungemein lange standgehalten haben. Zu erwähnen sind da die Schädelbasis, der Übergang von Hals- zur Brustwirbelsäule, untere Lendenwirbelsäule, unteres Sprunggelenk und anderes. Auch die Kreuzbein-Darmbeinfuge kann in ihrer bisherigen Darstellung im Röntgenbild nur wenig befriedigen, wenn man neben der normalen Anatomie die pathologischen Verhältnisse für die Diagnose in Betracht zieht.

Daher bin ich einer Anregung des Herrn Professor Dr. Meyer-Burgdorff gerne gefolgt und habe versucht, die articulatio sacro-iliaca röntgenologisch darzustellen und dabei in der Aufnahmetechnik möglichst zu einer Norm zu kommen.

Vorbedingung hierzu ist das eingehendere Studium der entwicklungsgeschichtlichen, anatomischen und pathologischen Verhältnisse der Kreuzbein-Darmbeingegend und der articulatio selbst.

Entwicklungsgeschichte.

Über die Entwicklungsgeschichte berichten ältere Forscher, wie Rosenberg; sie vertreten die Ansicht, daß das Becken während der Ontogenese kranialwärts wandert; diese ist inzwischen aber widerlegt worden. Auch Breus und Kolisko nehmen die spätere Wachstumsverschiebung noch an. Bardeen

betont dagegen, daß das Ilium an die Wirbelsäule angelagert wird und seine Lage in der darauffolgenden Entwicklung nicht ändert. Auch H. Peters vertritt diese Ansicht, wenn er sagt, daß mit dem Wachstum des Darmbeins nicht eine Verschmelzung von kranialgelegenen Proc. costarii in die seitlichen Teile des Kreuzbeins stattfinden kann, jedenfalls nicht im Grenzbezirk der facies auricularis. Wenn von Anfang an nicht eine Gelenkanlage vorhanden ist, kann sich auch später kein Gelenk bilden.

Anatomie der Kreuzbein-Darmbeingegend.

Beim Studium der Anatomie des Kreuzbein-Darmbeingebietes hat O'Reilly vier Hauptgruppen unterschieden:

1. tiefer Sitz des Kreuzbeins,
2. schaufelförmige Verbreiterung der Dornfortsätze,
3. Gabelung des Kreuzbeins,
4. unscharfe und unregelmäßige Begrenzung des Sakroiliakalgelenks.

Braus weist auf den biologischen Gegensatz des Beckens zum Schultergürtel hin; hier haben wir eine Beweglichkeit in allen Teilen, dort Stabilität bis auf das Hüftgelenk. Dabei wird der Vergleich des Beckens in der senkrechten Ebene beim aufrecht stehenden Menschen mit einem Tonnengewölbe gemacht. Dieses trägt die Last des Oberkörpers und verteilt sie auf beide Oberschenkel, so daß jedes Bein die Hälfte des Gewichtes erhält. Das Kreuzbein ist gleichsam der Schlußstein des Tonnengewölbes, innerhalb dessen eine Zugspannung herrscht. Durch die Art der Einfügung des Kreuzbeins in dieses Gewölbe werden die Kreuzbein-Darmbeinfugen in ihren oberen Abschnitten durch eine Druckkraft zusammengepreßt, während die unteren unter dem Einfluß einer Zugkraft gedehnt werden. Bei solchen Belastungsspannungen kommt es zu Bewegungen im Gelenk, nicht durch Muskelkraft. Dabei schraubt sich das Kreuzbein gewissermaßen in das Becken hinein. Gleichzeitig tritt es etwas tiefer, wodurch die Darmbeine auseinandergedrängt werden. Zur Hemmung dieser Bewegungen kommt es durch den Bandapparat, an dem wir das obere, vordere und untere Kreuzbein-Darmbeinband unterscheiden. In der Hauptsache dienen diese aber der Verbindung von Sacrum und Ilium und gleichzeitig zum Schutze der Gelenkkapsel. Diese ist glatt und zeigt manchmal synoviale Zotten und Fettfalten.

Anatomie der Kreuzbein-Darmbeinfuge.

Die Gelenkflächen stehen also analog den Seitenflächen des Schlußsteins im Tonnengewölbe. Die Anatomie derselben zeigt, daß Größe und Form individuell verschieden sind. Oft sind

sogar die linke und rechte ohrförmige Gelenkfläche ungleich. Auch ihre Begrenzung zeigt große Unterschiede, weist sie doch mehr oder minder deutliche Krümmungen und Unebenheiten auf. Häufig finden wir im Darmbeinanteil der Gelenkfläche einen Wulst, der mit der dazugehörigen Rinne im Kreuzbeinanteil eine sehr beschränkte Gelenktätigkeit zuläßt. Fick nennt die Kreuzbein-Darmbeinfuge daher ein „straffes Gelenk". Luschka erbrachte den mikroskopischen Beweis einer Gelenkfläche durch den Nachweis einer Synovialis. Außer den regelmäßig vorhandenen Hauptwülsten finden wir nicht selten noch Nebenwülste. Die Fläche am Darmbein ist meist in allen Richtungen um einige Millimeter größer als die am Kreuzbein, was für die Beweglichkeit wichtig ist. Beide Gelenkflächen, die mit etwas Synovia benetzt sind, werden von Faserknorpel überzogen und oft durch Faserzüge quer durch das Gelenkinnere hindurch miteinander verbunden. Die Gelenkfläche hat ihren ventralen Rand mit der lateralen Grenze der facies pelvina des Kreuzbeins gemeinsam. Die vordere (ventrale) Gelenklinie bildet oft einen ausgeprägten rechten Winkel, zuweilen ist sie abgerundet.

Meist gehört die facies auricularis den ersten drei Kreuzbeinwirbeln an. Die Anteile des ersten konvergieren fast immer deutlich kaudal- und auch etwas ventralwärts. Sie bilden einen Keil, der sich von kranial nach kaudal und von dorsal nach ventral verjüngt. Die Anteile des zweiten laufen häufig einander und der Medianlinie annähernd parallel. Selten setzt der Anteil des zweiten auch die Richtung des ersten Wirbels fort und ist dadurch deutlich zu dem Anteil des dritten abgeknickt. Manchmal finden wir im Bereiche des zweiten selbst eine Abknickung. Die Gelenkfläche bildet also keine Ebene, sondern weist zwei charakteristische Knickungen auf. Auf Grund dieser Teilung benennt Barsony die drei Abschnitte mit A, B, C. Die kleineren, kranial und kaudal gelegenen, Teile (A + C) stehen annähernd parallel zur Kreuzbeinachse. Währenddessen konvergieren die verbindenden Mittelstücke (B) beider Seiten, die meist etwas länger sind, kaudalwärts. Oft ist auch eine Torsion der A + B + C-Teile nachweisbar, so daß im kranialen Abschnitt die Gelenkflächen in dorso-ventraler Richtung divergieren, weiter kaudalwärts dagegen konvergieren. Die am weitesten kaudalwärts gelegenen Teile (C) stehen annähernd parallel zur Sagittalebene. Die eben angeführten Verhältnisse sind großen Schwankungen unterworfen; am regelmäßigsten ist der sagittale Stand der C-Teile im Röntgenbild auffindbar, während am wenigsten gut ausgeprägt der A-Teil ist. Barsony vermutet, daß dieser noch am deutlichsten ist, wenn wir es mit einem sakralisierten Übergangswinkel als oberstem Sakralsegment zu tun haben. Dann ist auch die kranio-kaudale Ausdehnung der Gelenkfläche größer als sonst.

Die komplizierte Form der Gelenkflächen kommt durch ungleiches Wachstum an den verschiedenen Stellen der Knorpelgrenze zustande.

Gestaltsveränderung durch Altersentwicklung und geschlechtliche Differenzierung.

Überhaupt zeigt die Entwicklung hinsichtlich der Ausbildung des Gelenkspaltes große individuelle Verschiedenheiten. Sicher ist, daß das Sakroiliakalgelenk außerordentlich spät seine Spaltbildung erhält. Manchmal scheint dies erst im postfetalen Leben der Fall zu sein. Die Struktur der beiden Gelenkflächen ist beträchtlich verschieden. Das Kreuzbein, als einem modifizierten Bestandteil der Wirbelsäule und somit des Achsenskeletts, erinnert in der Struktur seiner Gelenkfläche an die Verhältnisse der wachsenden Wirbel, die Darmbeingelenkflächenstruktur an jene der Schultergürtelverbindungen.

In der Gestaltsveränderung des Sakroiliakalgelenks durch Altersentwicklung und geschlechtliche Differenzierung des Kreuz- und Darmbeins hat Happel drei Perioden unterschieden:

I. 1. bis 4. Lebensjahr. Im ersten Jahr finden wir eine besondere Kleinheit der Verhältnisse am Kreuzbein. Die Gelenkspalten scheinen zu klaffen und divergieren auffallend kaudalwärts. Im 2. bis 4. Lebensjahr tritt zunächst eine Parallelstellung, und dann eine Konvergenz der Gelenkflächen kaudalwärts ein. Diese ist bedingt durch Wachstums- und Krümmungsvorgänge am Kreuz- und Darmbein. In dieser Zeit decken sich noch ventraler und dorsaler Gelenkspalt im Röntgenbild.

II. 5. bis 10. Lebensjahr. Das weibliche Kreuzbein erscheint breiter und kürzer als das männliche. Die Gelenkfläche wird ventral sichtbar und die dorsale Gelenklinie tritt auf. Barkow sah bei fast allen Individuen vom 7. Lebensjahre die Gelenkspalten offen.

III. 11. bis 20. Lebensjahr. In dieser Wachstumsperiode werden die geschlechtlichen Differenzen deutlicher. Der obere Teil der Kreuzbeinbasis wächst bei Mädchen in die Breite und die größte Konvexität der Gelenklinien kommt in den oberen Abschnitt zu liegen. Beim Knaben ist die größte Konvexität der Gelenklinie erst drei Jahre später, und zwar im unteren Abschnitt, entwickelt. Gleichzeitig wird die dorsale Gelenklinie immer deutlicher, so daß mit etwa 20 Jahren ein typischer Reifezustand erreicht ist.

Nach Putschar enden die Wachstumsvorgänge am Kreuzbein viel früher als am Darmbein. Jenseits des 25. Lebens-

jahres findet man kein Wachstum im Sinne einer enchondralen Ossifikation an der sakralen Gelenkfläche mehr, an der iliakalen dagegen bis zum 26. oder 27. Lebensjahr.

In späteren Lebensaltern fand Barkow bei Männern immerhin eine gewisse Neigung zur Verschmelzung der Gelenkflächen. Bei einem 40jährigen sowie bei einem 60jährigen Mann waren die Gelenkspalten stellenweise ganz verschlossen. Ziemlich selten sahen andere Anatomen (Fick) eine vollkommene, manchmal auch einseitige, knöcherne Verwachsung des Kreuzbein-Darmbeingelenkes.

Messungen am Becken.

Trotz der scheinbaren Regellosigkeit der anatomischen Verhältnisse finden wir nur unwesentliche Abweichungen von einer gewissen Grundform (die man allerdings am besten am jugendlichen Becken erkennt). Um dieses zu erhärten, habe ich an einer Reihe von Beckenhälften Messungen vorgenommen und versucht, mit Hilfe von Winkeln und Projektion von Ebenen die Gelenkfläche innerhalb des Beckens soweit wie möglich festzulegen. Auf die dabei gewonnenen Größen werde ich bei der Besprechung der Aufnahmetechnik zurückgreifen, da sie dem Röntgenologen Anhaltspunkte zur Darstellung der articulatio sacroiliaca geben sollen. An 35 Beckenhälften wurde die Ebene, die man sich in der facies auricularis des Darmbeins liegend denken kann, in den der Gelenkfläche nächst liegenden Schambeinast projiziert. Der Schnittpunkt dieser Ebene mit der oberen Kante des Schambeinkammes (pecten ossis pubis) ergab als Abstand a von der Symphyse maximal 10 cm, minimal 6 cm und als Durchschnitt 8 cm.

Dann wurde eine Längsachse (größter Durchmesser) durch den kaudalen Teil der zum Darmbein gehörenden facies auricularis gelegt und nun der Winkel δ bestimmt, den diese Längsachse mit der Ebene des Beckeneingangs (linea terminalis) bildet. Dabei erhielt man maximal 130°, minimal 100° und als Durchschnitt bei 35 Messungen 115°. Schließlich wurde der Winkel β gemessen, den die eben erwähnte Längsachse mit einer Verbindungslinie, festgelegt durch spina iliaca anterior superior und Schnittpunkt der Längsachse mit dem oberen Gelenkrand, bildet. Maximal wurde dabei 160°, minimal 140° und als Durchschnitt 150° gemessen. Daraus ergibt sich, daß der Komplementwinkel γ zu β, der also zwischen der spina, dem oberen Gelenkrand und der verlängerten Längsachse liegt, durchschnittlich 30° beträgt. Diesen Winkel γ sowie den Winkel δ benötigen wir, um uns bei der Betrachtung der noch zu beschreibenden Profil- und Aufrißaufnahmen über die Lage der facies auricularis in

bezug auf das Becken klar zu werden. Die Winkelgrößen erheben nicht den Anspruch absoluter Genauigkeit, weil die untersuchten Beckenhälften vereinzelt künstliche Veränderungen infolge der Präparation aufwiesen; sollen sie doch auch, besonders α und β nur annähernd die Anhaltspunkte bei der Aufnahmetechnik liefern.

Funktionen des Beckens und der Gelenkflächen.

Nachdem wir uns kurz über die Anatomie des Beckens und der Kreuzbein-Darmbeinfuge klar geworden sind, erscheint es angebracht, zum Verständnis der pathologischen Veränderungen dieses Gebietes auf seine Funktionen einzugehen.

Das Becken, das beim Vierfüßler der Befestigung der hinteren Extremität dient und nur zum Teil die Rumpflast trägt, ist durch den phylogenetisch sehr jungen aufrechten Gang des Menschen sozusagen zum tragenden Grundstein des menschlichen Körpers geworden, auf dem die ganze Körperschwere lastet. Zum anderen stellt das knöcherne Becken den Geburtskanal dar. Beide Funktionen stehen in einem gewissen Gegensatz zueinander, weil mit der zunehmenden Festigkeit des Beckens, wie es für seine statische Funktion günstig ist, eine Erstarrung des Geburtskanals verbunden ist, was sehr hinderlich sein kann. Innerhalb dieser Funktionen liegt die Hauptaufgabe der Sakroiliakalgelenke in der Stoßdämpfung, die sie vermöge ihrer Knorpelelastizität bei der Übertragung des Belastungsdruckes ausüben. Dadurch sind sie manchen pathologischen Veränderungen ausgesetzt.

Pathologie.

Schon durch die funktionelle Belastung durch den aufrechten Gang kommt es zu juvenilen arthritischen Veränderungen. Hinzu kommen die verschiedenen akuten und chronischen serösen und fibrinösen Gelenkentzündungen. Dazu berichtet uns Saſhin über seine Befunde an über 250 Kreuzbein-Darmbeingelenken. Mikroskopisch bemerkte er in allen Gelenken Erscheinungen im Sinne einer arthritis deformans. Bei sämtlichen Patienten über 60 Jahren wurden makroskopisch deutliche degenerative und arthritische Prozesse festgestellt. In dieses Gebiet fallen auch Beobachtungen von Zöllner, der bei der anatomischen Untersuchung Zerfaserung des Knorpels, Vorwuchern von Fasermark und Ablösung von Knorpelstückchen in das Mark hinein fand. In den meisten Fällen hatte es zur teilweisen oder vollständigen Verwachsung des Gelenkes, in einigen sogar zur Ankylose geführt, ein unterscheidendes Merkmal gegenüber der arthritis deformans.

Recht häufig ist es auch die Tuberkulose, die auf das Gelenk übergreift und zu kariöser Zerstörung und Abscedierung führt. Pincherle unterscheidet vier verschiedene Formen:

1. kleiner Herd nahe der Synchrondrosis,
2. großer umschriebener Herd im Gelenkspalt mit sklerotischem Rand,
3. Bildung von Abszessen und kleinen Sequestern,
4. Synovialtyp, ohne Sklerose.

Auch Clairmont, Winterstein und Dimtza geben an, daß sich kleine Sequester von Dreiecksform in den kaudalen Abschnitten der Gelenke bilden.

Die nächst häufigere Krankheit, die Osteomyelitis, sitzt vorwiegend an der Beckenschaufel und am Kreuzbein. Dabei bricht die in der Spongiosa fortgeleitete Eiterung in das Iliosakralgelenk durch.

Über das Krankheitsbild der trophostatischen Osteoarthrose bei dicken Personen berichtet Kienböck. Er fand eine vermehrte Beweglichkeit in den Gelenken dadurch, daß Kreuz- und Darmbein gegeneinander gedreht waren. In diesen Fällen handelt es sich um eine diffuse senile oder präsenile Atrophie.

Entzündliche Prozesse, welche die Frühentwicklung der articulatio beeinflussen, führen meist zu einseitigen Synostosen und deshalb zu einem schräg verengten Becken (Nägele-Becken). Diese Beckenverengerung, wie überhaupt die Beweglichkeit des Kreuz-bein-Darmbeingelenkes, spielt besonders in der Geburtshilfe eine wichtige Rolle und veranlaßt uns, kurz darauf einzugehen.

Das Gelenk, Lubarsch nennt es Halbgelenk, läßt um eine transversale Achse eine geringe Bewegung zu. Beim Aufrechtstehen bewirkt die Last des Körpers eine Drehung des Kreuzbeins kaudalwärts; es wird also eine passive Bewegung ausgeführt, die beim Mann nur gering ist, bei der Frau dagegen merklich größer. Dadurch kann beim Gebärakt bei Frauen mit engem Becken eine bedeutungsvolle Erleichterung erzielt werden (Walcher'sche Hängelage). Balandin fand, daß sich bei dieser Bewegung die geraden Beckendurchmesser veränderten. Klein gibt als Zahlen für die Veränderlichkeit am normalen Becken 6 mm an. Walcher wies sogar nach, daß bei lebenden Frauen mit engem Becken die Veränderung 8 bis 13 mm beträgt. Das deutet darauf hin, daß gerade bei engem Becken die Beweglichkeit größer ist als beim normalen; damit ist die praktische Bedeutung für die Geburtshilfe erkenntlich. Gegen Ende der Schwangerschaft tritt meist eine Auflockerung des gesamten Bandapparates ein. Loeschke fand vor allem in der ersten Schwangerschaft eine dauernde Beckenvergrößerung und bezieht dieses hauptsächlich auf gesteigertes oder neu erwachtes Wachstum an der

Symphyse. Putschar bestätigt diese Auffassung nicht, sondern meint, daß es vielleicht auf das Wachstum an der iliakalen Gelenkfläche, das man bis etwa in das 27. Lebensjahr antreffen kann, zurückzuführen sei. Die Untersuchungen von Putschar haben aber ergeben, daß unter normalen Verhältnissen in der Schwangerschaft an den Sakroiliakalgelenken ebenso wenig wie an der Symphyse ein neu auftretendes Knochenwachstum zu beobachten sei. Unmittelbare Geburtsfolgen wurden von Putschar an mehreren Fällen als Blutungen in der zerrissenen Kapsel beobachtet. Trotz ihrer Häufigkeit sind Kapselrisse und Blutergüsse nicht regelmäßige Folgen der Geburt. Meistens wurde nur starke Hyperämie, kleine Blutungen, Erweiterung der Gelenkhöhle und Zerreißung der vorderen Bänder festgestellt. Spätfolgen der Geburt hat P. erst bei Mehrgebärenden in Gestalt von starker Ausweitung der Gelenkkapsel und vermehrter Abscheidung des Gelenkknorpels gefunden. Es wird sogar behauptet, daß es im Verlauf sehr schwerer Geburten zu Luxationen gekommen sei.

Zu derartigen Bandlockerungen und zu Luxationen führt auch häufig eine gewaltsame Kompression des Beckens, oft mit Beckenringbrüchen einhergehend. Orator fand eine Beteiligung des Kreuzbein-Darmbeingelenkes in 25 bis 30 % der von ihm beobachteten Beckenringfrakturen. Am häufigsten bemerkte Matti die Auflockerung der dünnen vorderen Verstärkungsbänder (ligg. iliosacralia), während das hintere starke Bandsystem (ligg. post.) wenig beteiligt war. Als Folgeerscheinungen hat man (Orator) Plexuslähmungen gesehen, daneben arthritische Veränderungen. Daß die dauernde Beanspruchung eines aufgelockerten Gelenkes auch zur Ankylose führen kann, zeigt folgender Fall:

> Einem 57jährigen Patienten sind im März 1916 Teile einer zusammenbrechenden Scheune auf den Rücken gefallen. Für längere Zeit ist ein Hämatom über dem Kreuzbein und über der Leistengegend beobachtet worden. Die Röntgenaufnahme 1934 zeigt eine Beckenringfraktur mit Einbruch der Schambein-Sitzbeinäste im Bereich der Kreuzbein-Darmbeinfuge. Diese ist rechts nicht mehr als Spalt erkennbar. Man sieht wabige Aufhellungen neben zackigen linienartigen Verdichtungen, vorspringende Knochenwucherungen, wie sie nur durch Neubildung von Knochen zustande kommen.

Von den Tumoren, besonders Carcinom und Sarkom, glaubt man annehmen zu können, daß sie oder ihre Metastasen nicht zur Fixation in der Articulatio neigen. Zu erwähnen wäre das Lymphogranulom des Beckens, bei dem Phahler, O'Boyle und Ahlinger eine Beteiligung des Gelenkes sahen.

Diese pathologischen Prozesse, die sich im Gebiet der Kreuzbein-Darmbeinfuge abspielen können, röntgenologisch zur Stellung der Diagnose sichtbar zu machen, bedeutet die Aufgabe der folgenden Untersuchungen.

Röntgenbild. Prinzip der zwei Ebenen.

Oft wird man aber die Möglichkeit eines pathologischen Befundes annehmen müssen, ohne auch nur mit Wahrscheinlichkeit mit Hilfe des Röntgenbildes sein Bestehen bestätigen zu können. Zu welchem Zweck machen wir denn eine Röntgenaufnahme? Wir wollen uns aus einem flächenhaften Bild eines Skelettabschnittes eine räumliche Vorstellung zu machen versuchen; daher die Forderung nach zwei Ebenen, die aufeinander senkrecht stehen. Zunächst begnügte man sich noch mit der Darstellung in einer Ebene. Mit fortschreitender Technik hat man sich aber an die Darstellung in zwei Ebenen herangemacht. Der Erfolg war bis heute nicht befriedigend, so daß diese Darstellungsmethode nicht zum Allgemeingut geworden ist. Das gleiche gilt von der stereoskopischen Aufnahme, die zwar die räumliche Vorstellung sofort vermittelt, jedoch wegen technischer und Einrichtungsschwierigkeiten selten herangezogen wird. Bei anatomisch schwierigen Gegenden war es auch an den anderen Körperteilen daher üblich, neben der zweiten Ebene eine Ergänzungsebene zu wählen, da diese bei vorsichtiger Wertung das darzustellen vermag, was in der zweiten Ebene nicht möglich war.

Geschichtliches.

Daß die röntgenologische Darstellung der articulatio sacroiliaca von jeher ein schwieriges Problem war, zeigt sich darin, daß eine Reihe bekannter Forscher diese Frage beschäftigt hat. Man denke an die Arbeiten von Fischer, Albers-Schönberg, Ludloff, Schede, die sich mit der Röntgenologie dieses Gebietes befaßten, ohne zu voll befriedigenden Resultaten zu gelangen. Sie versuchten die Frage zu lösen, indem sie nach Ausgleich der Lendenlordose trachteten oder einen kaudo-kranialen Strahlengang angaben. Da ihnen nur einfache technische Hilfsmittel zur Verfügung standen, zeitigten die gewonnenen Bilder nicht das gewünschte Ergebnis.

1928 erschienen erstmalig Arbeiten, deren Autoren mit Hochleistungsapparaten, mit durchdringungsfähigen Röntgenstrahlen und mit Sekundärstrahlenblenden (Buckyblenden) arbeiteten. Samuel und Barsony versuchten auf verschiedenen Wegen das Ziel zu erreichen. Sie erstrebten beide die Klärung der ana-

tomischen Verhältnisse durch Lagerung des Patienten und so die übersichtliche Aufnahme der Gelenke in breiter Form. Samuel machte in Rückenlage des Patienten bei stärkster Beugung und gleichzeitiger Abduktion der Oberschenkel im Hüftgelenk die ventrodorsale Aufnahme. Warner verwandelte diese aktive Form der Oberschenkelflexion in eine passive, indem er zum Ausgleich der Lordose eine Kompression mittels Gurtkompressors ausführte. Barsony beschreibt die „Einblicksaufnahme", mit deren Hilfe er sozusagen in das Kreuzbein hineinblickt. Er erzielt sie ebenfalls, indem er den Patienten in Rückenlage die Oberschenkel stark an den Körper heranziehen und abduzieren läßt. Dann richtet er den Hauptstrahl knapp über die Symphyse hinweg, so, daß gegen die Senkrechte ungefähr eine Neigung von 30° entsteht. Dadurch wird die Strahlenrichtung der kraniellen Oberfläche des Os sacrum ziemlich parallel.

Kritik am Bestehenden.

Beide Methoden haben zu sehr guten Resultaten geführt. Was mich aber an der Ausführung der Samuel-Warnerschen Methode gehindert hat, ist das, was auch Barsony mit Recht dagegen ins Feld führt:

1. die mangelhafte Beweglichkeit des Patienten,
2. die besondere Gestalt des Kreuzbeins,
3. starke Adipositas.

Einen vierten Hinderungsgrund möchten wir noch anführen, nämlich, daß die kranken Patienten nicht in der unbequemen Lage verharren können, wenn eine Wiederholungsaufnahme unter gleichen Bedingungen erforderlich sein sollte. Die Gründe für 1.—3. hat Barsony genügend auseinandergesetzt. Er erwähnt Bewegungshemmung als Folge allgemeiner Gebrechlichkeit oder Schmerzempfindlichkeit des Ilio-Sakralgebietes. Meyer-Burgdorff trifft mit Recht die Feststellung, daß bei der Spondylolistesis wegen der damit verbundenen Versteifung dieses Gebietes die Warnersche Methode keine Vorteile bietet. Zu 2. erwähnt Barsony Formveränderungen des Kreuzbeins, die den Ausgleich der Lordose verhindern, wie spitzes Kreuzbein (sacrum acutum), bogenförmiges Kreuzbein (sacrum arcuatum) und anderes. Zu 3. sagt Barsony, daß dadurch die richtige Lagerung verhindert werden kann, und daß trotz der Hochleistungsapparate und der Buckyblende unklare Bilder entstehen. Diese Kritik ist allerdings heute überholt, da auf Grund der technischen Fortschritte, wie sie Röntgenröhren mit feinem Brennfleck bedeuten, der Entfernung des Patienten von der Platte nur untergeordnete Bedeutung beizumessen ist. Gegen Barsony läßt sich im großen

und ganzen das gleiche wie gegen Samuel ins Feld führen. Auch hier ist die Lagerung des Patienten nicht bequemer, so daß die obengenannten vier Momente die gleiche Rolle spielen.

Nicht unerwähnt soll eine Darstellungsmethode bleiben, die Großmann kürzlich beschrieben hat. Die Arbeit befaßt sich mit Einrichtungen zur röntgenologischen Darstellung von Körperschnitten. Hierbei werden Film und Röhrenfokus in zum darzustellenden Körperschnitt parallelen Ebenen längs Kreisbahnen oder mathematischen Kurven bewegt. Der Apparat wird als Tomograph bezeichnet. Hierbei wird die Lagerung auf große Schwierigkeiten stoßen; außerdem läßt sich, wie die anatomischen Untersuchungen zeigten, keine absolut einheitliche Ebene durch die Oberfläche der articulatio legen. Letzten Endes ist der Besitz des Tomographen Vorbedingung zur Ausführung der Methode.

Vorschläge zur Vereinfachung der Aufnahmetechnik.

Um nun den erwähnten Schwierigkeiten, wie Lagerung der Patienten, Kippen des Rohres oder Anschaffung von neuen Apparaten aus dem Wege zu gehen, haben wir uns bemüht, am gestreckten Patienten mit Hilfe eines einfachen Buckytisches Aufnahmen von der articulatio sacro-iliaca zu machen. Als Hauptziel hat mir dabei vorgeschwebt, angesichts der vielen vorgeschlagenen und von mir nicht alle angeführten Methoden zu einer gewissen Norm in der Aufnahmetechnik zu gelangen. Maßgebend war dabei:

1. den senkrechten Strahlengang beizubehalten,
2. den Patienten so bequem wie möglich zu lagern, um dem Röntgenpersonal die Einstellung der Aufnahmen weitestgehend zu erleichtern,
3. leicht übersehbare und kontrastreiche Bilder zu erhalten,
4. durch Verwendung von kleineren Filmen bei Vermehrung der Aufnahmen möglichst gleichbleibende geringe Unkosten zu erzielen.

Die mir gestellte Aufgabe, die Kreuzbein-Darmbeinfuge in ihren Einzelheiten röntgenologisch zu erfassen, habe ich zu lösen versucht und bin dabei zu drei Arten von Aufnahmen gekommen, deren Technik und Ergebnisse im folgenden kurz auseinandergesetzt werden soll:

I. Ventro-dorsale Aufnahme mit der dorso-ventralen Ergänzungsaufnahme.
II. Profilaufnahme bei Schräglagerung des Patienten.
III. Aufrißaufnahme bei Schräglagerung des Patienten.

I. Ventro-dorsale Aufnahme.

Die ventro-dorsale Aufnahme bedeutet eine Abänderung der Samuel-Warnerschen Methode, dergestalt, daß der Patient vollkommen gestreckt auf dem Buckytisch liegt. Der Zentralstrahl wird bei stark abgeblendetem Tubus auf das Kreuzbein gerichtet. In den allermeisten Fällen zeigt diese Aufnahme nur eine Übersicht über beide Gelenke. Zu mindestens bekommen wir aber die plattennahen Gelenkränder, in diesem Fall also die dorsalen, scharf und deutlich zu Gesicht. Zuweilen zeichnet sich auch der obere kraniale und der untere kaudale Teil des Gelenkspaltes scharf heraus.

Dorso-ventrale Ergänzungsaufnahme.

Als Ergänzung hierzu haben wir die dorso-ventrale Aufnahme gemacht. Dabei bekommt man ein dem vorigen ähnliches Bild, nur mit dem Unterschied, daß in diesem Fall die ventralen Gelenkränder, die ja plattennahe sind, klar werden. Die günstigsten Bilder erhielt man bei auf dem Bauch liegendem Patienten mit einer maximalen Streckung der Oberschenkel. Und diese Streckung gelang am besten, wenn dem Patienten ein Kissen unter die Knie geschoben und die Unterschenkel mit Hilfe eines Hockers möglichst hochgelagert wurden. Dabei nahm der Patient eine Stellung ein, bei welcher eine maximale Durchdrückung des Kreuzes erreicht wurde, und, wie man als Turner sagt, eine Waage dargestellt wurde. Bei dieser Einstellung ist die Röhre auf die Mitte des Kreuzbeins zu zentrieren und möglichst weit auszublenden. Man sieht dabei nicht direkt senkrecht auf das Os sacrum, sondern etwas von kaudalwärts her, so daß der Eindruck einer dorso-ventralen Einblicksaufnahme bestehen mag. Diese Einstellung hat, wie die Bilder zeigen, bessere Ergebnisse gehabt als die ventro-dorsale.

II. Profilaufnahme.

Als zweite Art haben wir die Profilaufnahme bei Schräglagerung des Patienten gemacht, die erstmals von Meyer-Burgdorff zufällig bei der Darstellung der Spondylolisis im Röntgenbild gefunden wurde.

Wie oben gemessen traf also die durch die facies auricularis projizierte Ebene den oberen Schambeinast in der Entfernung *a*. Wenn es nun gelingt, den Zentralstrahl in dieser Entfernung von der Symphyse in die projizierte Ebene hineinzubringen und durch den Gelenkspalt hindurchgehen zu lassen, dann müßte sich dieser theoretisch auf der Platte im Profil darstellen lassen. Und die Praxis zeigt, daß diese Vermutung zutrifft. Wenn auch bei einigen Patienten diese Art der Darstellung erst nach mehreren

Versuchen Erfolg hatte, so liegt das wohl in dem anatomischen Aufbau des Gelenkes begründet; bei anderen Patienten gelang die Aufnahme auf Anhieb.

Dazu ist der Patient so zu lagern, daß die Verbindungslinie der beiden Spinae mit der Waagerechten einen Winkel von 45° bildet. Bei Kindern ist dieser Winkel wegen des breiteren Gelenkspaltes geringer zu nehmen, etwa 35—40°. Stellen wir nun den Zentralstrahl in Höhe der Spinae etwa 4—5 cm (das entspricht meistens unserem errechneten Abstand a = 8 cm von der Symphyse) medial davon ein, dann erhalten wir eine Profilaufnahme von der der oberen Spina am nächsten gelegenen Gelenkspalte. Um möglichst scharfe Bilder zu erzielen, ist maximal auszublenden.

III. Aufrißaufnahme.

Die dritte Art der Darstellung der Kreuzbein-Darmbeinfuge soll uns diese im Aufriß zeigen. Zu diesem Zweck muß die facies auricularis senkrecht von den Röntgenstrahlen zu der durch sie gedachten Ebene getroffen werden. Wir lagern den Patienten so, daß die beiden Spinae wieder einen Winkel von 45° mit der Horizontalen bilden. Der Unterschied von der Einstellung von II. ist der, daß die eben im Profil erhaltene Gelenkspalte um 90° gedreht werden muß, um zur Aufrißaufnahme in die günstigste Stellung gebracht zu sein. Diesen Winkel macht natürlich auch die Verbindungslinie der Spinae mit im Vergleich zu der Stellung II, so daß sie nun wieder einen Winkel von 45° mit der Waagerechten bildet, nur auf der anderen Körperseite. Dieses Mal wird der Zentralstrahl medial und in Höhe der Spinae direkt an der Wirbelsäule vorbei auf die gegenüberliegende articulatio gerichtet. Die Praxis zeigt, daß auch diese theoretisch festgelegte Aufnahme — wenn auch mit einer gewissen Beschränkung — gelingt.

Zur Beurteilung der Röntgenbilder.

In der Beurteilung der Aufnahmen muß betont werden, daß unter den angeführten schwierigen anatomischen Verhältnissen die röntgenologische Darstellung der articulatio sacro-iliaca nicht ohne weiteres mit eindeutigem Ergebnis durchzuführen ist. Man muß dabei in Betracht ziehen, daß hinter dem sacro-iliacal-Gelenk eine beträchtliche Masse der Beckenschaufel mit der tuberositas iliaca liegt, welche im ventro-dorsalen Bild meist medial und oberhalb des Gelenkes zur Darstellung kommt. Eine Gelegenheit für Irrtümer bezüglich der Ausdehnung des Gelenkgebietes ist gegeben durch das spatium interosseum zwischen der tuberositas sacralis und der tuberositas iliaca,

welches meist mit zum Gelenkspalt gerechnet wird. Bogenförmige Einbuchtungen mit leicht zackenförmigem Rand in der Umgebung des kaudalen Gelenkspaltabschnittes sind nach Ansicht der Anatomen als Knochenvarietäten zu werten. Hofer warnt davor, in Knochenzacken, die man im Bilde an der unteren Grenze des Gelenkes nach angeblichen Traumen sieht, Randwulstbildungen der arthritis deformans zu sehen. Diese Erscheinung hat H. auch bei ganz jungen Menschen gefunden. Kienböck hält es für Randkonturen des sulcus paraglenoidalis.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß ich versucht habe, in der Darstellungsart und damit in der Aufnahmetechnik der articulatio sacro-iliaca eine Norm aufzustellen. Die Vorschläge gehen dahin, neben der ventro-dorsalen Übersichtsaufnahme mit ihrer dorso-ventralen Ergänzung die Darstellung des sacro-iliacal-Gelenkes in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen unter allen Umständen anzustreben. Diese Art der Darstellung erscheint mir am besten in der Profilaufnahme und Aufrißaufnahme beim schräg gelagerten Patienten. Die Brauchbarkeit der drei Typen bei den jeweiligen pathologischen Veränderungen ist verschieden zu bewerten. Die ventro-dorsale, besonders aber die dorso-ventrale Aufnahme erweist sich als vorteilhaft in der Geburtshilfe und bei Verletzungen. Die Profil- und Aufrißaufnahmen sind dagegen am brauchbarsten bei Tumoren, Tuberkulose, Osteomyelitis und arthritischen Veränderungen. In einer Reihe von Aufnahmen an gesunden und kranken Patienten wurden die vorgeschlagenen Darstellungsarten erprobt und normale sowie pathologisch veränderte Kreuzbein-Darmbeinfugen zur Darstellung gebracht.

Lebenslauf.

Am 1. Oktober 1910 wurde ich in Schwerin in Mecklenburg geboren. Drei Jahre besuchte ich die Bürgerknabenschule und von Sexta bis Oberprima das Realgymnasium in Schwerin, wo ich Ostern 1930 das Abitur bestand. Vom Sommer-Semester 1930 bis zum Sommer-Semester 1932 studierte ich in Rostock Medizin und legte im Herbst 1932 dort die ärztliche Vorprüfung ab. Im Winter-Semester 1932/33 war ich in München, kehrte im Sommer 1933 nach Rostock zurück und beabsichtige, nach meinem elften Studiensemester, dem Sommer-Semester 1935, das medizinische Staatsexamen zu machen.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Meyer-Burgdorff für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.